

화학 개념학습에서 역할놀이 비유가 대응 관계 이해도 및 대응 오류에 미치는 영향

김경순 · 양찬호 · 노태희*

서울대학교

The Influences of the Role-playing Analogy in Chemistry Concept Learning on Mapping Understanding and Mapping Errors

Kim, Kyungsun · Yang, Chanho · Noh, Taehee*

Seoul National University

Abstract: In this study, we investigated the influences of the role-playing analogy in chemistry concept learning on mapping understanding and mapping errors by analogical reasoning ability level. Seventh-graders (N=151) at a middle school were assigned to the comparison group and the experimental group. The students of the experimental group were taught with the 'running in the circle' role-playing analogy. After the students were taught about 'the relation between volume and pressure of gas', the test of mapping understanding in the next class and the retention test four weeks later were administered. The students with typical mapping errors were also interviewed to investigate their mapping processes. The results revealed that the role-playing analogy in chemistry concept learning improved mapping understanding and its retention regardless of analogical reasoning ability level. It was also found that the students in the experimental group had fewer mapping errors than those in the comparison group. However, there were similar patterns of mapping errors in both groups, and there were no significant differences in the frequencies of each type of mapping errors by analogical reasoning ability level. Educational implication of these findings are discussed.

Key words: analogy, role-playing analogy, mapping understanding, mapping error

I. 서 론

역할놀이(role play)는 학생들이 어떤 사건이나 현상과 관련된 특정 인물이나 구성 요소 등의 가상적인 역할을 맡아 서로 협력적으로 상호작용하면서 학습하는 활동이다. 이 활동은 학습 목표와 학습 주제의 특성에 따라 수업에서 다양한 형태로 적용할 수 있으며, 각기 다른 수준의 학생들에게 맞는 다양하고 흥미로운 활동으로 구성할 수 있다(현동걸, 2000). 과학 수업에서 활용할 수 있는 대표적인 역할놀이 유형으로는 과학적 현상을 구성하고 있는 요소들의 특성 및 변화 과정 등을 학생들이 신체·감각적인 활동으로 표현해 보는 역할놀이 비유(role-playing analogy)를 들 수 있다(노태희 등, 2003; Aubusson *et al.*, 1997). 역할놀이 비유는 학생들이 과학 개념이 지닌

주요 요소들의 특성을 직접 체험해볼 뿐만 아니라 다른 학생들의 활동을 관찰할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 따라서 학생들이 추상적인 과학 개념을 보다 구체적으로 인식하는데 도움을 줌으로써, 개념 이해를 향상시키는 것으로 보고되고 있다(이경순, 2004; 현동걸, 2004; McSharry & Jones, 2000). 예를 들면, 중학생들을 대상으로 분자의 운동(노태희 등, 2003)이나 물질의 상태 변화(Tsai, 1999)와 같이 물질의 입자성에 기초한 화학 개념학습에서 역할놀이 비유를 사용한 수업이 학생들의 학습에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이와 같이 역할놀이 비유가 학생들의 과학 개념학습에 효과적인 주요인 중 하나는 이 활동이 기본적으로 학생들에게 생소한 개념을 친숙한 상황에 비교해 보는 비유에 기반을 두고 있기 때문으로 볼 수 있다

*교신저자: 노태희(nohth@snu.ac.kr)

**2009.07.17(접수) 2009.09.22(1심통과) 2009.10.20(2심통과) 2009.10.21(최종통과)

***이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2009-0073899)

(Aubusson *et al.*, 1997; Lawson, 1993). 비유는 학생들이 학습해야 할 추상적인 목표물의 속성과 구조를 선행 지식이나 경험에 바탕을 둔 기존의 인지구조에 대응하는 과정을 통해 인지구조의 변형을 용이하게 해줌으로써, 이해를 향상시키는 것으로 해석되고 있다(Gentner, 1983). 이에 학생들이 비유를 사용하여 학습하는 과정에서 실제로 거치게 되는 대응 과정이나 이에 대한 이해 정도가 학습에 어떤 영향을 미치는지를 구체적으로 알아보기 위한 연구들이 시도되고 있다(김경순 등, 2008a; Clement, 1993; Else *et al.*, 2003). 그러나 교과서에 제시되어 있는 일반적인 유형의 그림이나 언어적 비유 등을 사용하여 학생들이 학습할 때의 대응 과정에 대해 조사한 연구만 일부 진행되었을 뿐, 역할놀이 비유를 사용한 학습에서 학생들의 대응 과정을 조사한 연구는 찾아보기 어렵다. 따라서 학생들이 역할놀이 비유 활동을 통해 학습하면서 목표 개념과 비유물이 지닌 속성들 간의 관계를 이해하고 대응시키는 과정에 대해 보다 체계적으로 조사할 필요가 있다.

한편, 비유물의 속성은 목표물의 속성과 근본적으로 완전히 일치하지 않으므로 공유 속성뿐만 아니라 비공유 속성도 지니고 있는데, 학생들은 이를 제대로 구분하지 못해 다양한 오류를 범하는 것으로 보고되고 있다(권혁순 등, 2004; Blake, 2004; Else *et al.*, 2003). 예를 들어, 학생들이 공유 속성을 찾아내지 못하거나, 비유물의 비공유 속성에만 집착하거나, 공유 속성과 비공유 속성을 구별해내지 못하고 혼동하기도 한다. 이러한 대응 오류는 비유물이나 목표물의 각 구조들이 지니고 있는 요소들의 특성이나 관계를 추론해내는 능력이 부족한 학생들일수록 범할 가능성이 높다(김경순 등, 2008b; Newton, 2000). 따라서 역할놀이 비유가 개념학습에 효과적인 것으로 알려져 있으나, 실제 학습 과정에서 일부 학생들은 대응 관계를 제대로 파악하지 못해 오류를 범하거나, 일반적인 비유 수업에서와는 다른 유형의 오류를 범할 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 대응 오류는 학생들이 목표 개념을 올바르게 이해하는 것을 방해하여 오개념을 유발할 수 있으므로, 역할놀이 비유를 사용한 수업에서 유발될 수 있는 학생들의 대응 오류를 파악하여 실제 수업에서 학생들이 오류를 범하지 않도록 도와줄 필요가 있다.

이 연구에서는 중학교 과학 화학 영역의 개념 수업

에서 학생들의 비유를 사용한 학습 과정에 대한 조사의 일환으로, 역할놀이 비유 활동이 학생들의 비유물과 목표물이 지닌 속성들 간의 대응 관계 이해에 미치는 영향에 대해 조사하고자 한다. 또한, 학생들이 역할놀이 비유를 통해 학습하는 과정에서 범하는 대응 오류의 유형을 조사하고 비유 추론 능력에 따른 차이가 있는지 알아보하고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 역할놀이 활동의 소재로 사용된 비유가 포함된 교과서를 사용하지 않는 수도권의 한 남녀공학 중학교에서 아직 목표 개념을 학습하지 않은 1학년 학생들을 대상으로 하였다. 이전 중간고사 과학 성취 수준이 유사한($MS=324.88$, $F=.830$, $p=.479$) 4학급(151명)의 학생들을 비교 집단(77명)과 처치 집단(74명)에 두 학급씩 배치하였다. 연구 대상 학생들의 비유 추론 능력 검사 점수의 중앙값을 기준으로, 두 집단의 학생들을 상위와 하위로 나누었다. 학생들의 비유 추론 능력에 따른 각 집단별 사례 수는 표 1과 같다.

표 1
비유 추론 능력에 따른 집단별 사례수

	비교집단	처치집단
상위	45	35
하위	32	39
전체	77	74

2. 연구 절차

우선 선행 연구들(노태희 등, 2003)을 고찰하여 역할놀이 비유를 사용하기에 적합한 목표 개념으로 중학교 1학년 과학의 ‘분자의 운동’ 단원에서 ‘기체의 부피와 압력의 관계’를 선정하였다. 또한, 역할놀이 비유의 소재는 화학 개념학습에 주로 사용되고 있는 비유 유형인 글/그림 비유, 구체적 비유, 구조/기능 비유, 부연 비유 등(차정호 등, 2004)의 특성을 기준으로 하여 선정하였다. 즉, 현행 교육과정에서 사용하고 있는 교과서들에서 목표 개념과 관련된 비유들을 분석하여 이 기준에 부합되고, 2종의 교과서(금성, 동화사)에 공통으로 제시되어 있는 ‘원안에서 달리기’

비유를 소재로 선정하였다. 이 비유에 기초하여 역할놀이 비유의 구체적인 활동 방법과 교수·학습 자료를 개발하였고, 처치 집단과의 학습 내용과 비유 사용을 통제하기 위해 비교 집단에서 사용할 교수·학습 자료도 개발하였다. 개발한 교수·학습 자료는 과학교육 전문가 2인과 현직 중학교 과학 교사 2인에게 검토를 받았다.

사전 검사로 두 집단 학생들에게 비유 추론 능력 검사를 실시하였다. 수업을 진행할 교사가 역할놀이 비유와 수업 진행 방식에 대해 잘 이해할 수 있도록, 본 수업 이전에 연구자들이 연구학교를 2회 방문하여 각 집단의 수업 방식에 대해 구체적으로 안내하였다. 처치 집단 학생들에게는 본 수업 전 차시에 목표 개념과 관련이 없는 물리 영역의 '중과 및 횡과' 개념에 대해 교과서에 제시된 비유를 사용하여 역할놀이 비유 수업에 대한 오리엔테이션을 실시하였다. 오리엔테이션에서는 비유와 역할놀이 비유 수업을 소개하고, 역할놀이 비유의 요소들과 목표 개념의 요소들 간의 유사점과 차이점에 기초하여 학습 내용을 설명하였다. 또한, 본 수업의 '원 안에서 걷기' 역할놀이 비유 활동을 위한 역할을 분담하고 활동 방법과 규칙을 안내하였다. 본 수업은 각 집단의 수업 방식 등을 통제하기 위해, 1명의 교사가 연구자들이 제공한 수업 방법과 수업 자료에 따라 비교 집단과 처치 집단의 수업을 모두 진행하였다. 처치 집단에서는 교사가 목표 개념을 도입한 후, 학생들이 역할놀이 비유 활동을 수행하였고, 교사는 목표 개념과 역할놀이 비유를 구성하는 속성들 간의 유사점을 중심으로 학습 내용을 설명하였다. 이때 교육 현장에서 일반적으로 이루어지고 있는 비유 수업 방식(권혁순, 2000)에 따라 비유의 제한점에 대해서는 설명하지 않았다. 비교 집단에서는 목표 개념과 관련된 간단한 시범실험과 교사의 설명 위주로 수업을 진행하였고, 비유는 전혀 사용하지 않았다.

사후 검사는 본 수업 다음 차시에 두 집단 학생들에게 본 수업에서 사용하지 않은 '장난감 자동차의 충돌' 비유를 사용한 학습지를 학습하게 한 후, 이에 대한 대응 관계 이해도 검사를 실시하였고, 4주 후 동일한 검사지를 사용하여 파지 검사를 실시하였다. 또한, 학생들이 대응 오류를 범하는 원인을 탐색하기 위해 학생들의 검사지를 분석하여 대표적인 대응 오류를 범한 학생 10명을 대상으로 면담을 실시하였다. 면담 전 연구자들은 논의를 통해 예비 면담 시나리오를 작

성하였고, 2명의 면담자가 처치 집단 학생 중 2명의 학생을 대상으로 각각 예비 면담을 실시하였다. 예비 면담하는 과정을 녹음하고 그 내용을 전사하여 결과를 예비 분석한 후, 모든 연구자와 과학교육 전문가 2인의 수차례에 걸친 논의를 통해 예비 면담 시나리오를 수정·보완하여 최종 면담 시나리오를 확정하였다. 최종 면담 시나리오는 목표물과 비유물의 속성들을 대응시키는 과정, 역할놀이 비유 활동의 개념 이해와 파지에의 유용성 등에 대한 질문으로 구성하였다. 이 시나리오를 사용하여 예비 면담을 실시했던 2명의 연구자가 반구조화된 면담을 실시하였으며, 면담에는 학생 1명당 20~30분 정도가 소요되었다.

2. 역할놀이 비유

이 연구에서는 '기체의 부피와 압력의 관계' 개념에 대한 '원 안에서 달리기' 비유를 참고하여, 교실 상황에서 적용할 수 있는 '원 안에서 걷기' 역할놀이 비유를 개발하였다. 이 개념은 일정한 온도에서 부피 변화에 따른 압력의 변화율, 기체 분자들의 운동 속도는 일정하지만 부피에 따라 기체 분자들과 용기 벽의 충돌 횟수가 변한다는 측면에서 이해하는 것이 중요하다. 이에 기체의 부피를 원의 크기에, 기체 분자를 학생들에, 기체 분자의 운동을 학생들이 직선으로 걷는 활동에, 기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 것을 학생들이 원의 경계선을 밟는 것에 비유하였다.

이 활동을 위해 우선, 번호 순으로 10명씩 4개 조를 구성하고, 2개 조씩 각각 큰 원과 작은 원에서 활동하도록 하였다. 마지막 조의 인원이 부족한 경우에는 1조에서 뒷자리 번호가 같은 학생들이 한 번 더 활동하도록 하였다. 각 조의 학생들에게 앞 번호 5명은 먼저 1~5번 기체 분자 역할을, 나머지 5명은 1~5번 기록자 역할을 분담하였고, 한 번의 활동이 끝나면 역할을 교대하였다. 기체 분자 역할은 원 안에서 서로 일정한 간격을 두고 서 있던 학생들이 교사의 시작과 종료 신호에 따라 일정한 속도로 직선 방향으로 걷다가 원의 경계선을 밟으면 방향을 바꿔 걷도록 하였다. 기록자 역할은 자신과 번호가 같은 기체 분자 학생들이 경계선을 밟는 횟수를 기록하도록 하였다. 이때 학생들이 기체 분자 역할과 기록자 역할을 잘 구별하여 인식할 수 있도록 하기 위해, 각각 빨간색과 파란색의 번호(1~5)를 앞뒤로 붙인 역할 조끼를 각각 입도록 하였

다. 본 수업 전날 방과 후, 교실 바닥에 큰 원과 작은 원을 동심원 형태로 그린 후 종이테이프로 경계선을 각각 표시하였고, 본 차시 바로 전 쉬는 시간에 책상을 교실의 양쪽 벽과 뒤쪽으로 붙여 활동할 수 있도록 하였다(그림 1).

수업이 시작되면 학생들은 모두 책상에 앉아 학습 내용에 대한 교사의 설명을 들은 후, 다시 역할놀이 활동 규칙에 대해 상기하도록 하였다. 교사의 안내에 따라 한 조씩 교실 가운데로 나와 역할 조끼를 입은 후, 큰 원(1~2조)과 작은 원(3~4조)에서의 활동을 차례로 진행하였다. 모든 조의 활동이 끝난 후, 큰 원(3~4조)과 작은 원(1~2조)에서의 활동을 바꿔서 한번 더 수행하였다. 이때 활동을 하지 않는 나머지 학생들은 분자 역할 학생들이 일정한 속도로 걸을 수 있도록 교사의 신호에 따라 박수를 치며 노래를 불러 주었다. 한 번의 활동이 끝날 때마다, 교사는 기록자 학생들이 기록한 각 기체 분자 학생들의 선을 밟은 횟수를 칠판에 기록하였다. 모든 활동이 끝난 뒤 교사는 학생들과 함께 큰 원과 작은 원에서 기체 분자 학생들이 선을 밟은 횟수의 평균을 내어 비교하였다.

3. 검사 도구

비유 추론 능력 검사는 노태희 등(1997)이 일반지능

검사지(장남기, 1989)에서 비유 추론 과제인 언어 비유, 숫자 비유, 그림 비유 영역에 해당되는 문항(각 4 문항)들로 구성한 검사지를 사용하였다. 비유 추론 과제는 $A : B :: C : D$ 의 비유 추론 형식에서 $A : B$ 의 관계를 바탕으로 $C : D$ 의 관계를 유추하여 적절한 D 를 선택하도록 되어 있다. 본 연구에서 구한 비유 추론 능력 검사지의 내적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .64였다.

대응 관계 이해도 검사는 선행 연구(김경순 등, 2008a; Else et al., 2003)를 참조하여 개발하였다. 이 검사지는 학생들이 비유를 통해 학습하는 과정에서 비유물과 목표물이 지닌 속성들을 대응하는 과정과 이 과정에서 유발될 수 있는 대응 오류의 유형을 구체적으로 조사하기 위한 것이다. 이를 위해 비유물과 목표물에 포함된 속성들을 제시하고 학생들이 유사성 및 차이점에 해당하는 속성, 어느 쪽에도 해당되지 않는 속성을 찾아 대응시키고, 그렇게 대응시킨 이유를 서술하도록 하는 형식으로 구성하였다(부록 1). 검사지에 제시된 목표물의 공유 속성은 '기체의 부피', '기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 횟수', '기체 분자의 운동 속도', '기체 분자의 운동 방향' 등이고, 비공유 속성은 '기체 분자의 종류'와 '온도'이다. 개발한 검사지는 과학교육 전문가 3인과 중학교 과학 교사 2인으로부터 안면 타당도를 검증받았다.

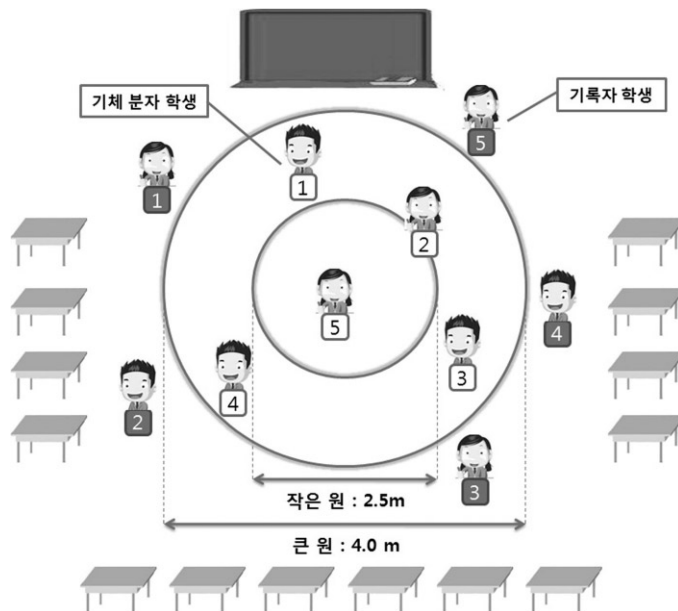


그림 1 '원 안에서 걷기' 역할놀이 비유 활동

4. 분석 방법

대응 관계 이해도 검사는 목표물과 비유물이 지닌 속성들 간의 대응이 올바르게 않은 경우는 0점, 대응만 올바른 경우는 1점, 설명까지 올바르게 작성한 경우는 2점으로 채점하였다. 공유 속성은 기체의 부피(장난감 자동차를 넣는 공간의 크기), 기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 횟수(장난감 자동차가 벽면에 충돌하는 횟수), 기체 분자의 운동 속도(장난감 자동차가 움직이는 속도), 기체 분자의 운동 방향(장난감 자동차가 움직이는 방향)의 4개이다. 비공유 속성은 기체 분자의 종류(장난감 자동차의 종류) 1개이다. 목표물의 속성인 온도는 비유물에 대응되는 속성이 없으므로, 온도를 비유물의 속성들에 대응시킨 경우는 채점에서 제외하였다. 따라서 비유물과 목표 개념 간의 공유 속성들을 모두 올바르게 대응시키고(8점), 비공유 속성을 차이점으로 대응시킨 경우(2점)에 총 10점 만점으로 채점하였다.

또한, 대응 관계 이해도 검사에서 나타난 학생들의 응답을 분석하여 학생들이 범한 대응 오류 유형을 분류하였다. 대응 오류 유형은 선행 연구(김경순 등, 2008a; Else et al., 2003)의 분류틀을 참고하여 연구자 2인이 일부 학생의 답안지를 각자 채점하고 논의하는 과정을 반복하여 분류하였다. 그 결과 새로운 대응 오류 유형인 ‘공유 속성 거부’가 나타남을 확인하였

고, 이를 기존의 분류틀에 추가하여 최종 분류틀을 완성하였다. 분석의 신뢰도를 높이기 위해 연구자 2인이 무작위로 추출한 학생의 답안지를 각자 채점하고 비교하는 과정을 반복하여 연구자간 일치도가 92%에 도달한 후, 연구자 1인이 모든 답안지를 분석하였다.

통계 분석은 수업 처치를 독립 변인, 대응 관계 이해도 직후 및 파지 검사 점수를 종속 변인, 비유 추론 능력을 구획 변인, 중간고사 수학 성적을 공변인으로 한 이원 공변량 분석(two-way ANCOVA)을 실시하였다. 대응 오류 유형은 대응 오류 유형별 빈도를 분석하고, 집단 간의 대응 오류 빈도의 차이를 독립표본 t-검정으로 분석하였다. 면담은 전사본을 반복적으로 분석하여 관련 응답들을 추출하고 응답의 유형을 범주화하는 방식으로 분석하였다. 이때, 분석의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해 연구자 2인이 각각 분석한 결과를 함께 논의하는 과정을 반복하였다. 또한, 분석한 결과를 과학교육 전문가 2인과 수차례에 걸쳐 논의한 후, 연구자들이 모두 공통적으로 동의한 사항에 한하여 분석한 결과를 해석에 사용하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 대응 관계 이해도에 미치는 효과

학생들의 비유 추론 능력에 따른 대응 관계 이해도

표 2
대응 관계 이해도 검사에서 나타난 학생들의 대응 오류 유형

대응 오류 유형 ¹	설명
과잉대응	비유물의 비공유 속성을 목표물에 대응시키는 오류
인위적 대응	비유물과 목표물의 공유 속성의 관계를 학생 자신의 경험이나 편견에 의해 인위적으로 변형, 해석하여 잘못 대응시키는 오류
대응 불이행	대응시켜야 할 공유 속성을 대응시키지 못하는 오류
무분별한 대응	비유물만의 비공유 속성을 목표물의 속성 중 아무 것에나 대응시키는 오류
부적절한 대응	비유물과 목표물의 공유 속성들을 각각 올바르게 대응시키지 못하는 오류
비유물 속성 보유	비유물과 목표물의 공유 속성을 대응시켰으나 비유물의 속성을 그대로 사용하여 목표물을 설명하는 오류
불가능한 대응	목표물의 주요 속성이 비유물에 존재하지 않아 학생들이 나름대로 대응시키는 오류
표면적 속성 대응	비유물과 목표물의 속성에 제시된 단어의 표면적인 유사성에 의해 비유물의 공유 속성을 목표물의 비공유 속성에 대응시키는 오류
공유 속성 거부 ²	비유물과 목표물에서 유사점으로 대응되는 공유 속성들을 비유물과 목표물의 차이점으로 파악하여 대응시키는 오류

¹김경순 등, 2008a, Else et al., 2003

²이 연구에서 새롭게 나타난 오류 유형

직후 검사와 파지 검사에 대한 평균, 표준 편차, 교정 평균을 표 3에 제시하였다. 대응 관계 이해도 직후 검사와 파지 검사 모두 처치 집단의 교정 평균이 비교 집단보다 높았고, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다(직후: MS=28.20, F=7.79, p=.006, 파지: MS=49.72, F=10.75, p=.001). 수업 처치와 학생들의 비유 추론 능력 사이의 상호작용은 나타나지 않았다(직후: MS=.00, F=.00, p=.992, 파지: MS=6.94, F=1.50, p=.223).

이 결과는 역할놀이 비유를 활용한 수업이 전통적인 강의식 수업보다 학생들의 비유 추론 능력에 관계 없이 목표 개념이 지닌 주요 속성에 대한 대응 관계 이해를 향상시키고, 학습한 대응 관계를 오래 기억하도록 하는데 효과적임을 의미한다. 이는 학생들이 직접 기체 분자가 되어보는 신체·감각적인 활동을 통해 기체 분자의 움직임이나 충돌 횟수 등을 보다 생동감 있게 체험해봄으로써, 목표 개념이 지닌 주요 속성들을 잘 이해할 수 있었기 때문으로 생각된다. 그에 따라 새로운 비유 상황에서 목표 개념이 지닌 주요 속성들에 해당하는 요소들을 잘 찾아내어 올바르게 대응시킬 수 있었던 것으로 해석된다. 실제로 면담에 참여했던 한 학생은 “역할놀이 활동을 하면서 부피와 압력의 관계가 머릿속에 그냥 들어오기 때문에 잘 알게 되었다”고 응답하였다. 즉, 역할놀이 비유는 학생들에게 구체적인 체험과 시각화된 장면을 제공해줌으로써(Ross et al., 2008) 대응 관계를 기억하는데 도움을 줄 수 있음을 시사한다. 반면에, 비교 집단의 학생들은 목표 개념의 주요 속성들을 잘 이해하지 못해, 비유물이 지닌 속성들과의 유사점이나 차이점 등의 대응 관계를 제대로 파악하지 못한 것으로 나타났다. 형식적 사고가 능숙치 못한 학생들의 경우, 교사의 시

범 실험이나 설명만으로는 추상적이고 미시적인 기체 분자의 운동을 상상하기 어려워하기 때문일 수 있다(Harrison & De Jong, 2005). 따라서 학생들이 목표 개념이 지니고 있는 주요 속성들에 대한 이해를 향상시키기 위해서는 수업에서 추상적인 과학 개념을 학생들에게 구체적이고 상상 가능한 형태로 시각화해 주거나 직접적으로 경험할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다.

2. 대응 과정에서 나타난 대응 오류 분석

대응 관계 이해도 직후 검사와 파지 검사에서 두 집단 학생들의 비유 추론 능력에 따른 대응 오류의 유형별 빈도를 표 4에 제시하였다. 대응 관계 이해도 직후 검사 및 파지 검사에서 나타난 학생 1인당 대응 오류의 빈도는 비교 집단(직후: 2.30, 파지: 2.61)이 처치 집단(직후: 1.69, 파지: 1.96)보다 더 높았고, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다(직후: $t=3.114$, $p=.002$; 파지: $t=2.860$, $p=.005$). 한편, 두 집단 모두 학생들의 비유 추론 능력에 따른 학생 1인당 대응 오류의 빈도는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 대응 오류 유형은 이 연구에서 새롭게 분류된 오류 유형인 ‘공유 속성 거부’를 합하여 총 7가지 오류가 나타났다. 두 집단 모두 직후 및 파지 검사에서 과잉 대응, 대응 불이행, 공유 속성 거부, 인위적 대응 오류의 빈도가 높게 나타났다. 또한, 직후 검사에서 대응 불이행 오류의 빈도는 처치 집단에서보다 비교 집단에서 상대적으로 높았다($t=2.592$, $p=.011$).

과잉 대응은 비유물의 비공유 속성을 목표물의 비공유 속성에 대응시키는 오류(표 2)로 선행 연구(김경

표 3
대응 관계 이해도 검사 점수의 평균, 표준 편차, 교정 평균

대응 관계 이해도	비유 추론 능력	비교 집단			처치 집단		
		상위 (n=45)	하위 (n=32)	전체 (n=77)	상위 (n=35)	하위 (n=39)	전체 (n=74)
직후 검사	M	5.16	4.88	5.04	6.29	5.95	6.11
	(SD)	(1.78)	(2.49)	(2.09)	(1.78)	(1.93)	(1.86)
	Adj. M	4.99	5.26	5.11	5.88	6.14	6.04
파지 검사	M	5.16	4.38	4.83	6.11	6.15	6.14
	(SD)	(1.95)	(2.62)	(2.27)	(2.15)	(2.16)	(2.14)
	Adj. M	5.01	4.71	4.90	5.75	6.32	6.07

¹10점 만점

표 4
 학생들의 비유 추론 능력에 따른 대응 관계 이해도의 직후 검사와 파지 검사에서 나타난 대응 오류 유형별 빈도

대응 오류 유형	대응 관계 이해도 직후 검사						대응 관계 이해도 파지 검사					
	비교 집단			처치 집단			비교 집단			처치 집단		
	상위 (n=45)	하위 (n=32)	전체 (n=77)	상위 (n=35)	하위 (n=39)	전체 (n=74)	상위 (n=45)	하위 (n=32)	전체 (n=77)	상위 (n=35)	하위 (n=39)	전체 (n=74)
과잉 대응	31 (0.69) ¹	17 (0.53)	48 (0.62)	23 (0.66)	26 (0.67)	49 (0.66)	27 (0.60)	21 (0.66)	48 (0.62)	23 (0.66)	22 (0.56)	45 (0.61)
대응 불이행	27 (0.60)	20 (0.63)	47 (0.61)	10 (0.29)	13 (0.33)	23 (0.31)	27 (0.60)	21 (0.66)	48 (0.62)	19 (0.54)	18 (0.46)	37 (0.50)
공유 속성 거부	18 (0.40)	12 (0.38)	30 (0.39)	9 (0.26)	16 (0.41)	25 (0.34)	28 (0.62)	12 (0.38)	40 (0.52)	17 (0.49)	18 (0.46)	35 (0.47)
인위적 대응	13 (0.29)	9 (0.28)	22 (0.29)	9 (0.26)	8 (0.21)	17 (0.23)	14 (0.31)	5 (0.16)	19 (0.25)	5 (0.14)	11 (0.28)	16 (0.22)
부적절한 대응	4 (0.09)	6 (0.19)	10 (0.13)	3 (0.09)	2 (0.05)	5 (0.07)	5 (0.11)	5 (0.16)	10 (0.13)	1 (0.03)	1 (0.03)	2 (0.03)
불가능한 대응	1 (0.02)	1 (0.03)	2 (0.03)	1 (0.03)	3 (0.08)	4 (0.05)	4 (0.09)	2 (0.06)	6 (0.08)	-	2 (0.05)	2 (0.03)
무분별한 대응	-	2 (0.06)	2 (0.03)	-	2 (0.05)	2 (0.03)	2 (0.04)	1 (0.03)	3 (0.04)	-	1 (0.03)	1 (0.01)
전체	99 (2.20)	78 (2.44)	177 (2.30)	55 (1.57)	70 (1.79)	125 (1.69)	114 (2.53)	87 (2.72)	201 (2.61)	72 (2.06)	73 (1.87)	145 (1.96)

¹학생 1인당 범한 대응 오류의 수

순 등, 2008a)에서와 유사하게 두 집단에서 모두 가장 높은 빈도로 나타났고, 비유 추론 능력에 따른 차이는 없었다. 이 오류를 범한 학생들의 대부분은 장난감 자동차를 분자에 올바르게 대응시켰으나, 비공유 속성인 장난감 자동차의 종류와 기체 분자의 종류를 비슷한 점으로 연결시키는 오류를 범하는 경우가 많았다.

준혁 기체 분자에도 여러 종류가 있을 거라고 생각해요. 장난감 자동차도 뭐 빨간색 파란색이 있듯이 그렇게 종류가 다 있을 거라고 생각해서... 기체 분자는 이렇게 예를 들어서 대각선으로 계속 다니면서 규칙적으로 다니는 애들이 있다면, 또 이렇게 계속 왔다 갔다만 반복하는 식으로 다니는 애들처럼 그런 거 같았어요.

이처럼 많은 학생들이 학습지에 한 종류의 기체 분자임을 분명하게 제시했음에도 불구하고, 비유 상황에 제시된 장난감 자동차의 종류가 달랐던 것에만 주목하여 기체 분자의 종류도 다르다고 생각할 수 있음을 보여준다. 또한, 다른 친구들의 활동을 관찰하는

과정에서 분자 역할을 맡은 학생들의 행동 방식이 약간씩 달랐던 점에 집중하여, 기체 분자도 특정한 운동 방식에 따라 여러 종류가 있는 것으로 확장하여 해석하고 있음을 볼 수 있다. 이는 학생들이 역할놀이 활동 과정에서 활동 규칙을 잘 이해하지 못해 자신의 역할에 맞는 적절한 행동을 하지 못하는 경우, 주요 속성에 대해 잘못된 이해를 유발할 수 있음을 의미한다. 또한, 일부 학생들은 역할놀이 비유와 목표 개념이 지닌 속성들 간의 차이점을 제대로 구별해내지 못해 오류를 범할 가능성이 있다(김경순 등, 2008a). 따라서 교사는 역할놀이 비유를 사용한 수업을 하기 전에 학생들에게 각 역할의 활동 방법이나 규칙에 대해 자세히 설명하고, 역할놀이 비유가 지니는 제한점에 대해서도 학생들에게 분명하게 설명해줄 필요가 있다.

대응 불이행은 서로 대응되는 공유 속성들을 대응시키지 않는 오류이다. 비교 집단의 경우, 대응 관계 이해도 직후 검사와 파지 검사 모두에서 과잉 대응 오류와 유사하게 높은 빈도를 보였다. 반면, 처치 집단의 경우에는 비교 집단에 비해 그 빈도가 상대적으로 낮았다. 또한, 두 집단 모두 비유 추론 능력에 따른 차

이는 없었다. 이 오류를 범한 학생들은 기체의 부피에 대응되는 장난감 자동차를 넣는 공간의 크기를 연결하지 못한 경우가 많았다. 이는 목표물에서는 피스톤을 이용하여 기체의 부피를 변화시킬 수 있지만 비유물에서는 장난감 자동차를 넣는 공간의 크기가 고정되어 있어, 학생들이 이를 차이점으로 인식했기 때문으로 해석된다. 즉, 학생들은 기체의 부피 속성에 대한 목표 개념의 제시 상황과 비유 상황의 표현이 다르다는 점에만 집중하여 이를 대응시켜야 할 속성으로 파악하지 못했을 가능성이 있다(김경순 등, 2008a). 이 오류는 글과 그림 형태로 제시된 비유나 비유 만들기 활동을 활용한 개념 학습에서 학생들의 대응 과정을 조사한 기존 연구들(김경순 등, 2006; 김경순 등, 2008b)에서도 유사하게 높은 빈도로 나타났다. 이는 이 오류가 비유를 사용한 수업에서 비교적 자주 유발될 수 있음을 의미하므로, 교사는 학생들이 비유물과 목표물이 지닌 속성들 간의 관계를 잘 연결 지을 수 있도록 각각의 속성들을 분명히 구별하고 그 의미를 명확하게 설명할 필요가 있다.

본 연구에서 새롭게 분류한 대응 오류 유형인 공유 속성 거부는 비유물과 목표물의 서로 대응되는 공유 속성들을 경험이나 직관에 의해 잘못 이해하여 유사점에 대응시키지 않고 차이점에 대응시키는 오류이다. 이 오류의 빈도는 두 집단에서 비슷하게 나타났고, 직후 검사에서보다 파지 검사에서 약간 높은 경향을 보였다. 한편, 비유 추론 능력에 따른 차이는 나타나지 않았다.

나래 자동차는 진짜로 어디 상자에 넣거나 어느 랍에 넣거나 이렇게 공간이 넓어졌다 작아졌다 하는데, 기체의 부피는 이렇게 쉽게 쑥쑥 늘어나지 않는 것 같아서 차이점이라고 했어요.

지용 장난감은... 속도가 좀... 약간씩 다를 것 같은데 기체 분자는 똑같은 것 같아요.

이 오류를 범한 학생들은 나래처럼 공유 속성인 기체의 부피와 장난감 자동차를 넣는 공간의 크기를 차이점으로 연결하거나, 지용처럼 공유 속성인 기체 분자의 속도와 장난감 자동차의 속도를 차이점으로 연결하는 경우가 많았다. 이는 학생들이 장난감 자동차와 관련된 개인적인 경험에 비추어, 학습지에 제시되어 있는 이들 속성들 간의 유사적인 관계를 간과하여 잘못 연결하고 있음을 보여준다(김경순 등, 2008b).

즉, 학생들에게 친숙한 비유물이나 비유적 상황은 오히려 학생 개인의 경험에 따른 잘못된 직관적인 판단이나 막연한 예측을 유발할 수 있다. 그에 따라 학생들은 교사가 비유를 사용한 수업에서 의도했던 비유 관계를 제대로 파악하지 못하고 오류를 범할 가능성이 있다. 따라서 학생들에게 친숙한 소재나 활동으로 구성된 역할놀이 비유를 사용하는 경우에도, 교사는 목표물과 비유물의 속성들 간의 주요 속성의 유사성 대응 관계를 보다 명확하게 설명해 줄 필요가 있다.

인위적 대응은 비유물과 목표물의 공유 속성의 관계를 학생 자신의 경험이나 편견에 의해 인위적으로 변형하여 잘못 해석하는 오류이다. 대응 관계 이해도 직후 검사와 파지 검사에서 집단 및 비유 추론 능력에 따른 이 오류의 빈도 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다. 이 오류를 범한 학생들은 장난감 자동차가 벽면에 충돌하는 횟수와 기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 횟수를 올바르게 연결하였으나, 장난감 자동차나 기체 분자의 충돌 횟수에 따라 속도가 달라질 수 있기 때문이라고 잘못 설명하였다. 또한, 일부 학생들은 장난감 자동차가 움직이는 속도와 기체 분자의 운동 속도를 제대로 연결했지만, 공간이 넓으면 장난감 자동차도 속도가 빨라질 수 있고 기체 분자도 온도가 증가하면 더 빨리 움직일 수 있기 때문이라고 잘못 설명하는 경우도 있었다. 즉, 학생들이 부피 변화에 따라 충돌 횟수가 변하는 점을 고려하지 못하고 운동 속도와 충돌 횟수와의 관계를 변형하여 잘못 해석하거나, 운동 속도를 변화시키는 요인으로 온도와 공간의 크기를 잘못 대응시켜 왜곡된 해석을 하고 있음을 보여준다(변영우, 2000). 따라서 역할놀이 비유를 사용할 때 그와 관련된 학생들의 사전 지식이나 경험 등을 미리 조사하여, 이러한 대응 오류를 예방하기 위한 방안을 마련할 필요가 있다. 한편, 본 연구에서 나타난 인위적 대응 오류의 빈도는 글이나 그림 유형의 비유를 사용한 기존 연구들(김경순 등, 2008a; 김경순 등, 2006)에 비해 비교적 낮은 경향이 있었다. 이는 분자 운동과 관련된 추상적인 개념 학습에서 학생들이 구체적이고 신체·감각적인 역할놀이 비유 활동을 통해 주요 속성들을 대응해 봄으로써, 자신의 경험이나 편견에 의한 잘못된 대응을 감소시킬 수 있음을 의미한다.

부적절한 대응은 공유 속성들 중에서 서로 대응되지 않는 속성들을 잘못 대응시키는 오류이다. 두 집단 모두 이 오류의 빈도는 낮았고, 비유 추론 능력에 따른 차이도 없었다.

승현 움직이는 속도는 벽에 많이 충돌 해야지 많이 빨라지니까, 그래서 관계가 있는 것 같아요.
지수 장난감 자동차가 충돌하는 횟수는 분자처럼 기체 분자가 충돌하면서 속도가 빨라지는 것과 비슷한 것 같아요.

이 오류를 범한 학생들은 승현이처럼 장난감 자동차가 움직이는 속도와 기체 분자가 벽에 충돌하는 횟수를 연결하거나, 지수처럼 장난감 자동차가 충돌하는 횟수를 기체 분자의 운동 속도에 잘못 대응시키는 경우가 많았다. 이는 학생들이 공간의 크기가 줄어들면 충돌 횟수가 많아지는 것을 속도가 빨라지는 것으로 잘못 생각하고 있기 때문인 것으로 해석할 수 있으며(변영우, 2000), 역할놀이 비유 활동을 통해 학습한 학생들도 이러한 오류를 범할 수 있음을 보여준다. 대응 관계에 대한 잘못된 이해는 오개념을 유발할 수 있으므로(권혁순 등, 2004), 교사는 기체 분자들의 충돌 횟수나 운동 속도와 같은 학생들이 자주 혼동하는 속성들의 차이점과 인과 관계 등을 명확하게 설명할 필요가 있다. 이와 유사한 개념에 대해 비유 만들기를 활용한 수업에서 학생들의 대응 과정을 조사한 기존 연구(김경순 등, 2008b)에서는 학생들의 목표 개념에 대한 이해가 부족할 때 이 오류가 많이 나타나는 것으로 보고되었으나, 본 연구에서는 매우 낮은 빈도를 보였다. 이로 볼 때, 역할놀이 비유 활동은 학생들이 목표 개념의 주요 속성을 파악하고 이를 통해 추상적인 개념을 올바르게 이해하는데 도움을 제공할 가능성이 있음을 시사한다.

불가능한 대응은 목표물의 주요 속성이 비유물에 존재하지 않아 학생들이 나름대로 대응시키는 오류로, 두 집단 모두 소수의 학생들만 이 오류를 범하는 것으로 나타났다. 분자 운동과 관련된 개념에 대해 글과 그림 유형의 비유나 비유 만들기 활동을 활용한 수업에서도 이 오류가 거의 나타나지 않았던 결과(김경순 등, 2008a; 김경순 등, 2008b)와 유사하다. 이 오류를 범한 학생의 예를 들면, 목표 개념의 비공유 속성인 '온도'를 비유물의 속성인 '장난감 자동차가 움직이는 속도'에 대응시키고, 장난감 자동차가 움직이는 속도를 빠르게 할 수 있는 것처럼 온도도 높이거나 내릴 수 있기 때문이라고 설명하였다. 이는 단순히 속도와 온도를 모두 증가시키거나 감소시킬 수 있다는 측면에만 주목하여, 속성들 간의 관계는 제대로 파악하고 있지 못함을 알 수 있다. 따라서 교사는 학생들

이 속성들을 무리하게 연결하지 않도록 목표물 또는 비유물만이 지니고 있는 비공유 속성에 대해서도 미리 설명할 필요가 있다.

무분별한 대응은 비유물만의 비공유 속성을 목표물의 아무 속성이나 대응시키는 오류로, 두 집단 모두에서 빈도가 매우 낮았다. 이는 학생들이 장난감 자동차 비유에서 비공유 속성으로 파악할 만한 속성들이 적어, 비유물만의 비공유 속성을 목표물의 속성 중 아무 것에나 대응시키는 경우가 감소한 것으로 보인다. 한편, 비유를 사용한 수업에서 학생들의 대응 과정을 조사한 선행 연구들(김경순 등, 2006; 김경순 등, 2008b)에서는 무분별한 대응 오류의 빈도가 비교적 높았다. 이는 역할놀이 비유 활동이 학생들이 목표 개념과 비유물의 공유 속성과 비공유 속성을 더 잘 구분하는데 도움을 줄 수 있었기 때문으로 생각된다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 중학교 1학년 화학 개념학습에서 역할놀이 비유를 사용한 수업이 학생들의 비유 추론 능력에 따라 대응 관계 이해에 미치는 영향을 조사하고, 이 수업을 통해 유발될 수 있는 대응 오류 유형을 조사하였다.

연구 결과, 역할놀이 비유를 사용한 수업은 전통적인 수업보다 학생들의 비유 추론 능력에 관계없이 목표 개념의 주요 속성들에 대한 대응 관계 이해를 향상시킬 뿐만 아니라 오래 기억하는데 효과적인 것으로 나타났다. 목표 개념에 포함된 속성들은 물질의 입자성과 관련된 것으로 감각을 통해 직접 확인할 수 없는 미시적이고 추상적인 성질을 지니고 있어, 학생들이 머릿속에 떠올려보거나 그 특성을 이해하기 어렵다. 그러나 역할놀이 비유를 사용한 수업에서는 학생들이 기체 분자 역할을 하면서 기체 분자의 운동이나 충돌과 같은 속성들을 신체·감각적으로 생동감 있게 경험할 수 있었기 때문에 이들 속성에 대한 이해가 향상된 것으로 해석할 수 있다. 특히, 역할놀이 비유는 일반적으로 수업에서 자주 사용되는 2차원적 표현방식의 글/그림 비유와는 달리, 학생들이 공간에서 직접 활동을 해보거나 다른 학생들의 활동 모습을 관찰하는 등의 3차원적인 표현방식을 지니고 있다. 즉, 목표 개념이 지닌 정적인 특성뿐만 아니라 동적인 속성들을 보다 효과적으로 구체화·시각화해 줌으로써 학생들이 분자의 운동과 같은 동적인 속성들도 잘 이해하

고 오래 기억할 수 있었던 것으로 볼 수 있다.

대응 오류를 분석한 결과에서도 역할놀이 비유를 통해 학습한 학생들은 강의식 수업을 통해 학습한 학생들보다 대응 오류를 덜 범하는 것으로 나타났다. 대응 오류는 이 연구에서 새롭게 분류된 공유 속성 거부를 포함하여 7가지 유형이 나타났다. 이 대응 오류들 중에서 과잉 대응, 대응 불이행, 공유 속성 거부, 인위적 대응은 두 집단에서 모두 공통적으로 높은 빈도를 보였는데, 대응 불이행은 처치 집단에서보다 비교 집단에서 더 높은 빈도를 보였다. 이는 역할놀이 비유 활동은 학생들이 목표 개념이 지닌 속성들을 추출하고 이러한 속성들의 대응 관계를 놓치지 않도록 도와 줄 수 있음을 의미한다. 그러나 학생들의 비유 추론 능력에 관계없이 두 집단의 학생들 모두 유사한 대응 오류를 범하는 것으로 나타났다. 이는 역할놀이 비유를 사용한 수업에서도 학생들이 목표개념이 지닌 주요 속성들의 관계를 자신의 경험이나 편견에 기초해서 잘못 해석하거나, 비유물이 지닌 제한점을 알지 못해 속성들 간의 대응 관계를 혼동할 수 있음을 보여준다. 따라서 교사는 역할놀이 비유를 사용한 수업을 진행할 때, 목표물과 비유물이 지닌 속성들 간의 대응 관계를 분명하게 제시할 필요가 있으며, 비유물의 제한점에 대해서도 명확하게 설명해야 할 것이다.

이상의 논의로부터 역할놀이 비유는 학생들이 목표 개념에 대한 주요 속성을 잘 이해할 수 있도록 돕는 효과적인 방안이 될 수 있으며, 특히 형식적 사고 능력이 부족한 학생들의 개념학습에 효과적으로 적용될 수 있음을 시사한다. 그러나 역할놀이 비유를 사용한 수업이 성공적으로 진행되기 위해서는, 교사가 활동 방법을 잘 이해하고 역할 분담이나 활동 공간을 확보하는 등 수업 전에 구체적인 계획과 준비가 우선되어야 한다. 따라서 교사들이 현장에서 역할놀이 비유를 수업에 잘 적용할 수 있도록, 역할놀이 비유를 사용한 수업의 준비와 진행 과정 등에 대한 구체적인 안내 지침을 제공할 필요가 있다. 또한, 역할놀이 비유 활동이 글이나 그림 유형의 비유나 비유 만들기 활동을 활용한 경우보다 인위적 대응, 부적절한 대응, 무분별한 대응과 같은 일부 대응 오류의 유발을 낮출 가능성을 보였다. 그러나 역할놀이 비유를 사용한 수업에서도 목표 개념의 속성을 제대로 이해하지 못해 대응 불이행과 같은 오류를 범하는 학생들이 적지 않았으므로, 이러한 오류를 예방할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다. 이를 위해서는 역할놀이 비유를 적용하기에 알

맞은 다양한 개념들을 대상으로 교수·학습 자료를 개발하여 그 효과를 검증하고, 학생들의 대응 과정과 이에 영향을 미칠 수 있는 학생들의 개별적인 특성 등에 대해 체계적으로 알아보는 연구가 진행될 필요가 있다. 더불어 학생들이 역할놀이 비유 활동을 이해하고 수행하는 과정에서 겪는 어려움이나 목표물에 대응되는 속성들을 파악하고 연결시키는 과정에서 유발되는 오류의 원인도 심층적으로 조사할 필요가 있다. 마지막으로 이로부터 얻은 정보들을 자료집으로 만들거나 교사 연수 등을 통해 보다 많은 교사들이 공유할 수 있도록 한다면, 현장에서 역할놀이 비유를 효과적으로 활용하는데 많은 도움을 줄 것으로 기대된다.

국문 요약

이 연구에서는 화학 개념학습에서 역할놀이 비유가 대응 관계 이해도 및 대응 오류에 미치는 영향을 비유 추론 능력에 따라 조사하였다. 중학교 1학년 학생 151명을 비교 집단과 '원 안에서 달리기' 역할놀이 비유를 사용한 처치 집단으로 배치하였다. 목표 개념인 '기체의 부피와 압력의 관계'에 대한 각 집단별 수업을 진행한 후, 바로 다음 차시에 대응 관계 이해도 검사를 실시하였고, 4주 후에 파지 검사를 실시하였다. 또한, 대표적인 대응 오류를 범한 학생들의 대응 과정을 조사하기 위해 면담을 실시하였다. 연구 결과, 역할놀이 비유는 학생들의 비유 추론 능력에 관계없이 대응 관계 이해 및 대응 관계 이해 파지를 향상시키는 것으로 나타났다. 대응 오류에서도 역할놀이 비유를 사용한 처치 집단 학생들이 비교 집단 학생들보다 대응 오류의 빈도가 낮았다. 그러나 두 집단의 학생들 모두 유사한 대응 오류를 범하는 것으로 나타났고, 학생들의 비유 추론 능력에 따른 대응 오류 유형별 빈도 차이는 없었다. 이에 대한 교육학적 함의를 논의하였다.

참고 문헌

- 권혁순 (2000). 화학 교육에서 비유의 사용 현황과 비유를 사용할 때 개념 이해에 영향을 미치는 요인. 서울대학교 박사학위논문.
- 권혁순, 최은규, 노태희 (2004). 화학 교육에서 사용되는 비유에 대한 학생들의 이해도 및 비유 사용의 제한점. 한국과학교육학회지, 24(2), 287-297.
- 김경순, 변지선, 이선우, 강훈식, 노태희 (2008a).

비유를 사용한 반응 속도 개념 학습에서 유발되는 대응 오류에 대한 분석과 비유 표현 방식에 따른 비교. 한국과학교육학회지, 28(4), 340-349.

김경순, 신은주, 변순화, 노태희 (2006). 비유를 사용한 화학 개념 학습에서 유발되는 학생들의 대응 오류 분석. 한국과학교육학회지, 26(4), 592-600.

김경순, 황선영, 노태희 (2008b). 비유 만들기를 활용한 반응속도 개념 학습에서 학생들이 만든 비유의 유형과 대응 관계 이해도 및 대응 오류 조사. 대한화학회지, 52(4), 412-422.

노태희, 권혁순, 이선옥 (1997). 중학교 과학 수업에서 비유물을 체계적으로 사용할 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 17(3), 323-332.

노태희, 변순화, 전경문, 권혁순 (2003). 화학 개념 학습에서 역할놀이 비유 활동의 효과. 한국과학교육학회지, 23(3), 246-253.

변영우 (2000). 시범 실험을 이용한 과학수업이 중학생들의 분자운동 개념형성에 미치는 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.

이경순 (2004). 과학비유탐구놀이 학습방법의 적용을 통한 오개념 교정의 효과 연구. 제주교육대학교 석사학위논문.

차정호, 변순화, 노태희 (2004). 제7차 중등 교과교과서의 화학 영역에 사용된 비유 분석. 대한화학회지, 48(6), 629-637.

현동걸 (2000). 고체물질의 구성과 열전도 개념에 대한 과학비유탐구놀이 학습방법의 적용의 평가. 제주교육대학교 논문집, 29, 135-169.

현동걸, 이경순 (2004). 과학비유탐구놀이 학습방법의 초등과학현장에 적용과 그 효과에 대한 연구. 제주교육대학교 논문집, 33, 117-176.

Aubusson, P., Fogwill, S., Barr, R., & Perkovic, L. (1997). What happens when students do simulation-role-play in science? *Research in Science Education*, 27(4), 565-579.

Blake, A. (2004). Helping young children to see what is relevant and why: Supporting cognitive change in earth science using analogy. *International Journal of Science Education*, 26(15), 1855-1873.

Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1241-1257.

Else, M. J., Clement, J., & Ramirez, M. A. (2003). Should different types of analogies be treated differently in instruction? Observations from a middle-school life science curriculum. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, PA.

Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal*, 7(2), 155-170.

Harrison, A. G., & De Jong, O. (2005). Exploring the use of multiple analogical models when teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1135-1159.

Lawson, A. E. (1993). The importance of analogy: A prelude to the special issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1213-1214.

McSharry, G., & Jones, S. (2000). Role-play in science teaching and learning. *School Science Review*, 82(298), 73-82.

Newton, D. P. (2000). *Teaching for understanding: What it is and how to do it*. London: Routledge-Falmer.

Ross, P. M., Tronson, D. A., & Ritchie, R. J. (2008). Increasing conceptual understanding of glycolysis & the krebs cycle using role-play. *The American Biology Teacher*, 70(3), 163-169.

Tsai, C. C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 83-91.

부록 1. 대응 관계 이해도 검사지

1학년 ___반 ___번 이름: _____



앞에서 '기체의 부피와 압력의 관계'를 '장난감 자동차의 충돌'에 비유하여 학습한 것을 생각하면서 다음 물음에 답해보자.

< 장난감 자동차의 충돌 >

< 보기 >

- ① 장난감 자동차의 종류
- ② 장난감 자동차가 움직이는 속도
- ③ 장난감 자동차가 벽면에 충돌하는 횟수
- ④ 장난감 자동차를 넣는 공간의 크기
- ⑤ 장난감 자동차가 움직이는 방향
- ⑥ 벽면의 높이

< 기체의 부피와 압력의 관계 >

< 보기 >

- ㉠ 기체의 부피
- ㉡ 기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 횟수
- ㉢ 기체 분자의 운동 속도
- ㉣ 기체 분자의 종류
- ㉤ 온도
- ㉥ 기체 분자의 운동 방향

♣ 위의 <보기>중 어떤 것은 '기체의 부피와 압력의 관계'를 '장난감 자동차의 충돌'에 비유할 때 **비슷한 점**이고, 어떤 것은 **다른 점**이다. 그리고 이 중 어디에도 속하지 않는 **관련 없는 것**들도 포함되어 있다.



위의 <보기>에서 **비슷한 점**에 해당하는 것만을 찾아 적어보자. 또 서로 어떻게 비슷한지 자세히 설명해 보자.

◆ 필요하면 위의 <보기>에 없는 것을 기타 란에 추가하고 설명해도 좋음

장난감 자동차의 충돌 - 기체의 부피와 압력의 관계	자세히 설명해 보기
예 시 (A) - (a)	"A가~~(것)처럼, a도~~(하)므로 서로 비슷하다."
() - ()	
() - ()	
() - ()	
() - ()	
() - ()	

기 타 :



위의 <보기>에서 **다른 점**에 해당하는 것을 찾아 적어보자. 또 서로 어떻게 다른지 자세히 설명해 보자.

◆ 필요하면 위의 <보기>에 없는 것을 기타 란에 추가하고 설명해도 좋음

장난감 자동차의 충돌 - 기체의 부피와 압력의 관계	자세히 설명해 보기
예 시 (A) - (a)	"A는 ~~(하)지만, a는 ~~(하)므로 서로 다르다."
() - ()	
() - ()	
() - ()	

기 타 :



위의 <보기>에서 **비슷한 점**과 **다른 점 어디에도 쓰지 않은 것**이 있다면, 아래에 적고 그것에 대해 자세히 설명해 보

장난감 자동차의 충돌	자세히 설명해 보기
예 시 (A)	"A는 ~~(하)다."
()	
()	
기체의 부피와 압력의 관계	자세히 설명해 보기
예 시 (a)	"a는 ~~(하)다."
()	
()	